

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
21. Mai 2004 (21.05.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/041612 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: B60T 8/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/050802

(22) Internationales Anmeldedatum:  
7. November 2003 (07.11.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102 52 510.2 8. November 2002 (08.11.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): CONTINENTAL TEVES AG & CO.OHG [DE/DE]; Guerickestrasse 7, 60488 Frankfurt am Main (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): WALDBAUER, Dirk [DE/DE]; Hauptstrasse 73.1, 65817 Eppstein (DE). KRÖBER, Jürgen [DE/DE]; In der Aach 35, 56333 Winnigen (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: CONTINENTAL TEVES AG & CO.OHG; Guerickestrasse 7, 60488 Frankfurt am Main (DE).

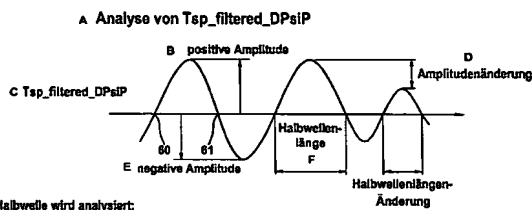
(81) Bestimmungsstaaten (national): DE, JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR STABILIZING A VEHICLE COMBINATION

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND EINRICHTUNG ZUM STABILISIEREN EINES GESPANNS



H Jede Halbwelle wird analysiert:

- I - Amplitude überschreitet zulässige Schwelle?
- J - Amplitude nimmt nicht zu stark ab?
- K - Halbwellenlänge im erlaubten Bereich? ( $\Rightarrow$  Frequenz  $\sim 0,5$  to  $1,5$  Hz)
- L - Halbwellenänderung nicht zu stark?

A ANALYSIS OF TSP\_FILTERED\_DPSIP  
B POSITIVE AMPLITUDE  
C TSP\_FILTERED\_DPSIP  
D CHANGE IN AMPLITUDE  
E NEGATIVE AMPLITUDE  
F HALF-WAVELENGTH  
G CHANGE IN HALF-WAVELENGTH  
H EACH HALF-WAVE IS ANALYZED:  
I AMPLITUDE EXCEEDS PERMISSIBLE THRESHOLD?  
J AMPLITUDE DOES NOT DECREASE TOO SHARPLY?  
K HALF-WAVELENGTH LOCATED WITHIN PERMITTED RANGE ( $\Rightarrow$  FREQUENCY  $\sim 0,5$  TO  $1,5$  HZ)  
L CHANGE IN HALF-WAVELENGTH NOT TOO GREAT?

(57) Abstract: The invention relates to a method and system for stabilizing a vehicle combination consisting of a towing vehicle and of a trailer towed thereby. According to the invention, the towing vehicle is monitored with regard to rolling motions and, in the event actual or expected unstable vehicle handling of the towing vehicle or of the vehicle combination is detected, measures that stabilize driving are taken. In order to be able to perform, in a timely manner, an intervention on the towing vehicle that stabilizes driving and to prevent erroneous activations, the invention provides that the yaw velocity is detected and the measures that stabilize driving are controlled according to data, which are obtained at least from the progression of the yaw velocity and which are evaluated according to criteria that indicate an unstable vehicle handling.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zum Stabilisieren eines Gespanns, mit einem Zugfahrzeug und einem durch das Zugfahrzeug bewegten Anhänger, bei dem das Zugfahrzeug im Hinblick auf Schlingerbewegungen überwacht wird und beim Erkennen von tatsächlichem oder erwarteten instabilem Fahrverhalten des Zugfahrzeugs oder Gespanns fahrstabilisierende Massnahmen ergriffen werden. Um einen fahrstabilisierenden

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

---

Eingriff an dem Zugfahrzeug rechtzeitig ausführen zu können und Fehlanregungen zu vermeiden ist vorgesehen, dass die Gierwinkelgeschwindigkeit erfasst und die fahrstabilisierenden Massnahmen in Abhängigkeit von Daten gesteuert werden, die mindestens aus dem Verlauf der Gierwinkelgeschwindigkeit gewonnen und nach Kriterien ausgewertet werden, die auf ein instabiles Fahrverhalten hinweisen.

### **Verfahren und Einrichtung zum Stabilisieren eines Gespanns**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Stabilisieren eines Gespanns, mit einem Zugfahrzeug und einem durch das Zugfahrzeug bewegten Anhänger, bei dem das Zugfahrzeug im Hinblick auf Schlingerbewegungen überwacht wird und beim Erkennen von tatsächlichem oder erwarteten instabilem Fahrverhalten des Zugfahrzeugs oder Gespanns fahrstabilisierende Maßnahmen ergriffen werden.

Das Verfahren zielt darauf ab, die Instabilitäten bei Fahrzeuggespannen (Kraftfahrzeug mit Anhänger), speziell von Kombinationen aus PKW und beliebigen Anhängern, insbesondere Wohnanhängern zu erkennen und auszuregeln, bevor Fahrzustände auftreten, die vom Fahrer nicht mehr beherrscht werden können. Diese instabilen Zustände sind das bei Gespannen bekannte Schlingern und gegenphasige Aufschaukeln von Zugfahrzeug und Anhänger sowie sich anbahnende Überrollzustände bei zu hoher Querbeschleunigung im Falle von Ausweichmanövern, Spurwechseln, Seitenwind, Fahrbahnstörungen oder hastigen Lenkanforderungen durch den Fahrer.

Je nach Fahrgeschwindigkeit können die Schwingungen abklingen, konstant bleiben oder sich verstärken (ungedämpfte Schwingung). Bleiben die Schwingungen konstant, so hat das Gespann die kritische Geschwindigkeit erreicht. Oberhalb dieser Geschwindigkeitsschwelle ist ein Gespann instabil, darunter stabil, d.h. eventuelle Schwingungen klingen ab.

Die Höhe dieser kritischen Geschwindigkeit ist abhängig von den Geometriedaten, den Reifensteifigkeiten, dem Gewicht und der Gewichtsverteilung des Zugfahrzeugs und des Anhängers. Außerdem ist die kritische Geschwindigkeit bei gebremster Fahrt niedriger, als bei Konstantfahrt. Bei beschleunigter Fahrt ist sie wiederum höher als bei konstanter Fahrt.

Entsprechende Verfahren und Vorrichtungen sind in verschiedenen Ausbildungen bekannt (DE 199 53 413 A1, DE 199 13 342 A1, DE 197 42 707 A1, DE 100 34 222 A1, DE 199 64 048 A1).

Aus der DE 197 42 702 C2 ist eine Einrichtung zum Dämpfen von Schlingerbewegungen für mindestens einen von einem Zugfahrzeug gezogenen Anhänger bekannt, bei dem die Winkelgeschwindigkeit des Anhängers um den Momentanpol oder der Knickwinkel um den Momentanpol erfasst und differenziert wird, und zur Regelung der Radbremsen des Anhängers herangezogen wird. Als Sensoren für die Winkelgeschwindigkeit dienen Beschleunigungsmesser in unterschiedlicher Lage. Die DE 199 64 048 A1 sieht ebenfalls einen Querschleunigungssensor oder einen Gierratensensor vor, mittels denen die Schlingerbewegung ermittelt werden soll. Nach Auswertung des Signals soll dem Fahrzeug ein periodisches Giermoment eingeprägt werden. Die DE 100 34 222 A1 ermittelt einen Zeitpunkt zum phasenrichtigen Bremseingriff, der in Abhängigkeit von der Frequenzgröße und der Phasengröße der Schlingerbewegung gebildet wird.

Darüber hinaus ist es aus der EP 0765 787 B1 bekannt, fahrverzögernde Maßnahmen zu ergreifen, wenn die Amplitude einer querdynamischen, innerhalb eines Frequenzbandes schwingenden Fahrzeuggröße einen vorgegebenen Grenzwert überschreitet und wenn eine Lenkbewegungsgröße eine vorgegebene Schwelle nicht überschreitet. Als am Fahrzeug gemessene Fahrzeuggröße wird hier ebenfalls die Querschleunigung und/oder die Gierwinkelgeschwindigkeit (Gierrate) herangezogen.

Dabei ist es nötig, den Lenkwinkel in Hinblick auf eine vorgegebene Schwelle zu überwachen, um die fahrzeugverzögernden Maßnahmen nur dann zu ergreifen, wenn der Lenkwinkel möglichst konstant ist.

Zusammenfassend lässt sich die Stabilisierungsstrategie aller Ausführungsvarianten wie Folgt zusammenfassen:

- Erkennung des Schlingerns durch Auswertung der Sensorinformationen, wobei sämtliche Sensoren vorteilhaft im Zugfahrzeug oder Anhänger untergebracht sind.
- Bei erkannter instabiler Situation erfolgt ein Abbremsen des Fahrzeugs durch Reduzierung des Motormoments und Druckaufbau in den Radbremsen des Zugfahrzeugs.
- Zusätzlich oder Alternativ erfolgt das Aufbringen eines Moments um die Hochachse des Zugfahrzeugs, welches der vom Anhänger auf das Zugfahrzeug übertragenen Kraft entgegenwirkt und somit die Schwingung bedämpft.

Die Erkennung des Schlingerns eines Gespanns beruht hauptsächlich auf der Tatsache, dass die Gierrate oder Querschleunigung einen nahezu sinusförmigen Verlauf zeigt, dessen Frequenz in einem typischen Band liegt, ohne dass der Fahrer entsprechende Lenkbewegungen durchführt, die zu dem beobachteten Quergrößenverlauf führen würden. Problematisch an dieser Erkennungsstrategie ist, dass es noch andere Manöver gibt, die ähnliche Signalverläufe erzeugen. So können z.B. bei Kurvenfahrten mit konstantem Lenkwinkel Aufbauschwingungen entstehen, die ebenfalls sinusförmige Quergrößenverläufe entstehen lassen. Eine weitere Möglichkeit solche Quergrößenverläufe zu erhalten ist, über unebene Straßen zu fahren, insbesondere wellige Fahrbahnen, speziell wechselseitige Bodenwellen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Einrichtung zu schaffen, die instabiles Fahrverhalten zuverlässig erkennen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass die Gierwinkelgeschwindigkeit erfasst und die fahrstabilisierenden Maßnahmen in Abhängigkeit von einem Differenzwert gesteuert werden, der aus der erfassten Gierwinkelgeschwindigkeit und einer modellbasierten Gierwinkelgeschwindigkeit gebildet und nach Kriterien ausgewertet wird, die auf ein instabiles Fahrverhalten hinweisen.

Vorteilhaft werden durch das Verfahren schlingende Gespanne, insbesondere PKW-Anhänger-Gespanne, zuverlässig erkannt. Dabei wird aus der gemessenen Gierrate und der modellbasierten Referenzgierrate ein Differenzwert  $\Delta\dot{\psi}$  generiert, der die Abweichung des Fahrzeugs gegenüber der durch die Lenkradstellung vorgegebenen Bahn repräsentiert. Da dieser Differenzwert nur noch die Abweichung von der gewünschten Bahn darstellt, erfolgt durch die Überwachung des Differenzwertes die Beurteilung von Schwingungen unabhängig von einer durch z.B. Lenkeinschlag durchfahrenen Kurvenbahn. Vorzugsweise wird er Differenzwert in einem Tiefpass-Filter gefiltert um Signalspitzen abzuschneiden, die von der Reibwertermittlung ausgelöst werden. Darüber hinaus werden Fehlerkennungen und damit Fehlanregelungen vermieden. Das Verfahren und die Einrichtung erfordern vorteilhaft nur eine Sensorik die in einer ESP-Fahrstabilitätsregelung vorhanden ist.

Dabei erfolgt über die von einem Drehratensensor gemessenen und in einer ESP Fahrdynamikregelung abgeleiteten und logisch mit der ESP Regelungsstrategie verknüpften Daten, in die Daten eines Kraftfahrzeugs einbezogen werden können, eine Generierung eines Ansteuersignals für einen Elektromotor einer Hydraulikpumpe, die einen Bremsdruck erzeugt und damit die Radbremse des Zugfahrzeugs oder Anhängers betätigt. Al-

ternativ oder zusätzlich kann auch ein Aktuator einer Überlagerungslenkung angesteuert werden. Durch die Einbremsung eines Rades vorzugsweise des Zugfahrzeugs oder durch die Einbremsung aller Räder des Zugfahrzeugs mit gleichem oder unterschiedlichem Bremsdruck entsprechend einer ESP Regelstrategie, können durch Abbau der Fahrzeuggeschwindigkeit und/oder der Seitenkräfte an einem Rad mit erhöhtem Bremsdruck und/oder der Erhöhung der Längskräfte die sensorisch erfassten Instabilitäten des Gespanns korrigiert und die ggf. zu hohe Querdynamik des Gespanns abgebaut werden.

Vorteilhaft ist, dass die Frequenz und die Amplitude jeder Halbwelle des Differenzwertes ermittelt, mit gespeicherten Werten verglichen und in Abhängigkeit von dem Vergleichsergebnis die Schlingerbewegung des Gespanns bewertet wird.

Vorteilhaft erhält man die Schwingungsfrequenz des Gespanns dadurch, dass die Frequenz aus den Nulldurchgängen und der Zeit zwischen zwei Nulldurchgängen der Gierwinkelgeschwindigkeit ermittelt wird.

Die Bedingung zur Erkennung eines schlingernenden, instabilen Gespanns wird vorteilhaft durch die Schritte erfüllt: Zählen der Anzahl der Halbwellen des Differenzwertes, bei denen die Amplitude jeder Halbwelle einen Schwellenwert erreicht oder überschreitet, Zählen jeder positiven und negativen Halbwelle der ermittelten Frequenz, wenn jede positive und negative Halbwelle innerhalb eines durch einen oberen und unteren Schwellenwert definierten Bandes liegt und Vergleichen des Werts der gezählten Halbwellen mit einem eine Anzahl von Halbwellen wiedergebenden Schwellenwert, wobei beim Erreichen oder Überschreiten des Schwellenwerts fahrstabilisierenden Maßnahmen eingeleitet werden. Dabei ist vorteilhaft vorgesehen, dass die Bedingungen kontinuierlich erfüllt und die Halbwellen fortlaufend gezählt werden, damit der eine Anzahl von Halbwellen wiedergebende Schwellenwert erreicht

bzw. überschritten wird. Der eine Anzahl von Halbwellen wiedergebende Schwellenwert kann vorteilhaft in Abhängigkeit von der Frequenz bestimmt werden, wobei bei kleinen Frequenzen der Schwellenwert bei einer geringeren Anzahl von Halbwellen als bei einer hohen Frequenz erreicht oder überschritten wird.

Weiterhin ist es vorteilhaft, dass der die Amplitude wiedergebende Schwellenwert jeder Halbwelle mindestens in Abhängigkeit von Größen bestimmt wird, die die Geschwindigkeit des Zugfahrzeugs oder Gespanns oder Anhängers repräsentieren. Dabei ist vorgesehen, dass bei Größen, die eine hohe Geschwindigkeit beschreiben, der Schwellenwert bei geringeren Amplituden als bei Größen, die eine geringe Geschwindigkeit beschreiben, erreicht oder überschritten wird.

Um zu vermeiden, dass der Regler (ESP-Fahrstabilitätsregler) ständig aktiviert und wieder deaktiviert wird, werden nur eine aufeinanderfolgende Anzahl von Halbwellen der Gierwinkelgeschwindigkeit gezählt, bei denen die Amplitude jeder Halbwelle einen Eintrittsschwellenwert erreicht oder überschreitet und dass beim Erreichen oder Unterschreiten nur eines Austrittsschwellenwerts, der unterhalb des Eintrittsschwellenwerts liegt, die fahrstabilisierenden Maßnahmen beendet werden.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die Daten aus dem Verlauf des Differenzwerts gebildet werden. Dabei wird die modellbasierte Gierwinkelgeschwindigkeit in einem Fahrzeugmodell berechnet, das vorteilhaft Bestandteil einer ESP-Fahrstabilitätsregelung ist. In dem Fahrzeugmodell, insbesondere dem Einspurmodell, wird die Modellgierrate im wesentlichen aus dem Lenkwinkel, der Querschleunigung und der Fahrzeuggeschwindigkeit (Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit) gebildet.



Überraschend hat sich gezeigt, dass bei schnellen Lenkwinkeländerungen, d.h. bei hohen Lenkwinkelgeschwindigkeiten, Abweichungen im Fahrzeugmodell generiert werden, die zu einem Signalverlauf führen, der mit dem beobachteten Signalverlauf beim Schlingern des Gespanns verwechselbar ist. Es wird vermutet, dass diese Abweichungen in den Reaktionszeiten der Signalgenerierung einerseits und der verzögerten Fahrzeugreaktion andererseits zu suchen sind. Um diese Fehlerkennungen zu vermeiden, ist vorgesehen, dass der Differenzwert mit einem Wert, insbesondere einem Faktor, gewichtet wird, der in Abhängigkeit von der Lenkwinkelgeschwindigkeit oder der Lenkwinkelbeschleunigung oder vorzugsweise der Modell- bzw. Referenzgierratenabweichung gebildet wird. Denn es hat sich herausgestellt, dass die Modellgierratenabweichung bzw. Modellgierratengeschwindigkeit zum Filtern des Differenzwertes am geeignetsten ist, da in sie die Fahrzeuggeschwindigkeit  $v_{Ref}$  und die Lenkwinkelgeschwindigkeit  $\delta$  eingehen.

Eine besonders vorteilhafte Ausbildung des Verfahrens sieht vor, dass die Querbeschleunigung erfasst und der Verlauf der Querbeschleunigung nach Kriterien ausgewertet wird, die eine Plausibilitätsüberprüfung der Daten ermöglicht, die aus dem Verlauf des Differenzwerts gewonnen und nach Kriterien ausgewertet werden, die auf ein instabiles Fahrverhalten hinweisen.

Die Plausibilität wird überprüft, indem die Maximal- und Minimalwerte der Querbeschleunigung und deren zeitlichen Abstände ermittelt, die Frequenz bestimmt und mit der Frequenz des Differenzwerts verglichen wird.

Die Plausibilität wird zusätzlich überprüft und das Verfahren beendet bzw. die fahrstabilisierenden Maßnahmen abgebrochen, wenn mindestens eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist:

Die Frequenz aus einem Quersignal bzw. einer Quergröße, wie-

der Querbesehleunigung und/oder dem Differenzwert, erreicht oder über- bzw. unterschreitet einen oberen oder unteren Schwellenwert;

Die Frequenz aus dem Quersignal verändert sich relativ zur Frequenz aus dem Differenzwert hin zu einem oberen oder unteren Grenzwert;

Der Absolutwert des Mittelwerts des Quersignals überschreitet einen Schwellenwert;

Die Amplitude des Quersignals verringert sich mit großem Gradienten;

Die Differenz zwischen den Maximal- und Minimalwerten des Quersignals liegt in einem schmalen Band.

Da bei sehlingernden Gespannen die Phasenverschiebung klein ist, ist vorteilhaft vorgesehen, dass die Phasenverschiebung zwischen der Querbesehleunigung und dem Differenzwert ermittelt und nach Kriterien bewertet wird, die eine Bestimmung von Fahrsituationen ermöglichen.

Vorteilhaft ist, dass beim Überschreiten eines Schwellenwerts, der eine große Phasenverschiebung wiedergibt, ein Abbruch der fahrstabilisierenden Maßnahmen bzw. eine Beendigung des Verfahrens eingeleitet wird.

Gegenstand der Erfindung ist ferner eine Einrichtung zum Stabilisieren eines Gespanns, die eine ESP Fahrstabilitätsregelung aufweist, mit einem Gierratensensor zum Erfassen der Gierwinkelgeschwindigkeit und einem Fahrzeugmodell zum Bilden einer Referenzgierwinkelgeschwindigkeit, mit einer Ermittlungseinheit, die aus der Gierwinkelgeschwindigkeit und der Referenzgierwinkelgeschwindigkeit einen Differenzwert ermittelt, mit einer Steuereinheit, die fahrstabilisierende Maßnahmen in Abhängigkeit von Daten steuert, die aus dem Verlauf des Differenzwerts gewonnen und nach Kriterien ausgewertet werden, die auf ein instabiles Fahrverhalten hinweisen

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und wird im Folgenden näher beschrieben.

Es zeigen:

- Fig. 1. ein Fahrzeug mit ESP Regelungssystem
- Fig. 2 den Signalverlauf des Differenzwertes des schwingenden Zugfahrzeugs
- Fig. 3 die Signale eines schwingenden Zugfahrzeugs
- Fig. 4 ein vereinfachtes Ablaufschema der Regelung
- Fig. 5 ein vereinfachtes Blockschaltbild zur Berechnung von dem Differenzwert  $\Delta\psi$

Bevor auf das eigentliche Verfahren eingegangen wird, soll anhand der Figur 3 schematisch der Signalverlauf der Schwingung der Gierrate (Strich-Punkt), des Lenkwinkels (Strich-Strich) und des Differenzwertes aus gemessener Gierrate und Modell- oder Referenzgierrate in Abhängigkeit von einem Wedelmanöver bzw. slalomartigen Ausweichen von Hindernissen erläutert werden. Der Signalverlauf a) zeigt einen sinusförmigen Verlauf der Gierrate  $\dot{\psi}$  und des Differenzwertes  $\Delta\dot{\psi}$  aus Modellgierrate und gemessener Gierrate ohne dass der Fahrer lenkt. Ohne korrespondierenden Lenkwinkelverlauf ist der Verlauf der Gierrate und der Differenzwert aus gemessener Gierrate und modellbasierter Gierrate nahezu gleich.

Figur 3 b) stellt den Signalverlauf dar, der z.B. bei einem Wedelmanöver entsteht, wenn die Schwingung allein durch den Lenkwinkelverlauf erzeugt wird, bei dem das Fahrzeug dem im Fahrzeugmodell abgebildeten Fahrverhalten des Fahrers folgen kann. Hier ist der betrachtete Differenzwert Null, da keine Abweichung zwischen gemessener Gierrate und modellbasierter Gierrate ermittelt wird; das Fahrzeug folgt dem vom Fahrer vorgegebenen Lenkwinkel.

Figur 3 c) zeigt den Signalverlauf bei dynamischen Wedelmannövern. Hier wird die Schwingung allein durch den Lenkwinkelverlauf aufgrund der schnellen Lenkwinkeländerungen, d.h. bei hohen Lenkwinkelgeschwindigkeiten, erzeugt. Der sinusförmige Verlauf des Differenzwertes beruht dabei im wesentlichen darin, dass das Fahrzeug dem Fahrzeugmodell nicht mehr folgen kann; d.h. die im Fahrzeugmodell ermittelte Modellgierrate stimmt mit der gemessenen Gierrate nicht mehr überein, da das Fahrzeug die dynamischen Lenkwinkeländerungen nicht mehr sofort umsetzen kann.

In den Fig. 1 ist ein Fahrzeug mit ESP-Regelungssystem, Bremsanlage, Sensorik und Kommunikationsmöglichkeiten schematisch dargestellt. Die vier Räder sind mit 15, 16, 20, 21 bezeichnet. An jedem der Räder 15, 16, 20, 21 ist je ein Radsensor 22 bis 25 vorgesehen. Die Signale werden einer Elektronik-Steuereinheit 28 zugeführt, die anhand vorgegebener Kriterien aus den Raddrehzahlen die Fahrzeuggeschwindigkeit  $v$  ermittelt. Weiterhin sind ein Gierratensensor 26, ein Querschleunigungssensor 27 und ein Lenkradwinkelsensor 29 mit der Komponente 28 verbunden. Jedes Rad weist außerdem eine individuell ansteuerbare Radbremse 30 bis 33 auf. Diese Bremsen werden hydraulisch betrieben und empfangen unter Druck stehendes Hydraulikfluid über Hydraulikleitungen 34 bis 37. Der Bremsdruck wird über einen Ventilblock 38 eingestellt, wobei der Ventilblock von elektrischen Signalen Fahrer unabhängig angesteuert wird, die in der elektronischen Steuereinheit 28 erzeugt werden. Über ein von einem Bremspedal betätigten Hauptzylinder kann von dem Fahrer Bremsdruck in die Hydraulikleitungen eingesteuert werden. In dem Hauptzylinder bzw. den Hydraulikleitungen sind Drucksensoren  $P$  vorgesehen, mittels denen der Fahrerbremswunsch erfaßt werden kann. Über eine Schnittstelle (CAN) ist die Elektronik-Steuereinheit mit dem Motorsteuergerät verbunden

Über das ESP-Regelungssystem mit Bremsanlage, Sensorik und Kommunikationsmöglichkeiten das die Ausstattungselemente

- vier Raddrehzahlsensoren
- Drucksensor (Bremsdruck im Hauptzylinder  $p_{\text{main}}$ )
- Querbesehleunigungssensor (Querbesehleunigungssignal  $a_{\text{ist}}$ , Querneigungswinkel  $\alpha$ )
- Gierratensensor ( $\dot{\psi}$ )
- Lenkradwinkelsensor (Lenkwinkel  $\delta$ , Lenkwinkelgeschwindigkeit  $\dot{\delta}$ )
- individuell ansteuerbare Radbremsen
- Hydraulikeinheit (HCU)
- Elektronik-Steuereinheit (ECU)

aufweist, lässt sich eine Aussage über die jeweilige Fahr-situation und damit über eine Bestimmung der Ein- und Aus-trittsbedingungen eine aktivierte bzw. deaktivierte Rege-lungssituation realisieren. Damit ist eine Hauptkomponente des Verfahrens zur Stabilisierung von Gespannen, die Fahr-situationserkennung, möglich, während die andere Hauptkompo-nente, die Interaktion mit dem Bremssystem, ebenfalls auf die wesentlichen Komponenten der Fahrstabilisationsregelung zurückgreift.

Ein konventioneller ESP-Eingriff dient dazu, durch gezielte Eingriffe an den einzelnen Bremsen eines Fahrzeugs ein zu-sätzliches Drehmoment zu schaffen, welches die tatsächlich gemessene Gierwinkeländerung pro Zeiteinheit (Ist-Gierrate  $\dot{\psi}_{\text{ist}}$ ) eines Fahrzeugs zu der von dem Fahrer beein-flussten Gierwinkeländerung pro Zeiteinheit (Referenz- bzw. Modell- bzw. Soll-Gierrate  $\dot{\psi}_{\text{soll}}$ ) hinführt. Dabei werden die Eingangsgrößen, welche aus der von dem Fahrer gewünschten Kurvenbahn resultieren, einer Fahrzeugmodellschaltung zuge-führt, welche anhand des bekannten Einspurmodells oder eines anderen Fahrmodells aus diesen Eingangsgrößen und für das Fahrverhalten des Fahrzeugs charakteristischen Parametern,

aber auch durch die Eigenschaften der Umgebung vorgegebenen Größen eine Modellgierrate ( $\dot{\Psi}_{\text{soll}}$ ), bestimmt, die mit der gemessenen tatsächlichen Gierrate ( $\dot{\Psi}_{\text{ist}}$ ) verglichen wird. Die Differenz der Modell-/Ist-Gierrate ( $\Delta\dot{\Psi}$ ) wird mittels eines sogenannten Giermomentreglers in ein zusätzliches Giermoment  $M_G$  umgerechnet, welches die Eingangsgröße einer Verteilungslogik bildet.

Eine Verteilungslogik bestimmt wiederum, ggf. in Abhängigkeit von einem bestimmten Bremsdruck an den Radbremsen anfordernden Bremswunsch des Fahrers, den an den einzelnen Bremsen aufzubringenden Bremsdruck. Dieser soll zusätzlich zu der gegebenenfalls erwünschten Bremswirkung noch ein zusätzliches Drehmoment an dem Fahrzeug erzeugen, welches das Fahrverhalten des Fahrzeugs in Richtung des Lenkwunsches des Fahrers unterstützt.

Figur 5 zeigt schematisch den Teil der ECU 28, in dem die Berechnung des Differenzwerts  $\Delta\dot{\Psi}$  erfolgt. Die ECU 28 weist ein Fahrzeugmodell 50 zum Bilden einer Modellgierrate auf. Dem Fahrzeugmodell 50 wird mindestens der Lenkwinkel und die Fahrzeuggeschwindigkeit  $v_{\text{Ref}}$  zugeführt; weitere Daten die in das Modell eingehen können sind die Querbeschleunigung, die gemessene Gierrate und ein in einer Reibwert- und Situationserkennung ermittelter Reibwert. Aus den Eingangssignalen wird in dem Modell die Modellgierrate gebildet. In der Ermittlungseinheit 51 wird die Modellgierrate mit der mit dem Gierratensensor 26 erfassten Gierrate verglichen und aus der Gierrate und der Modellgierrate der Differenzwert ermittelt. Der Differenzwert  $\Delta\dot{\Psi}/dt$  wird von einem in Abhängigkeit von der Modellgierratenänderung gebildeten Faktor gewichtet und in dem Filter 52 gefiltert. Der Faktor  $\neq 0$  verhindert dabei die in Zusammenhang mit Fig. 3c) beschriebene Fehlerkennung.

In Figur 2 ist der Signalverlauf des Differenzwertes eines schwingenden Zugfahrzeugs abgebildet.

Als erstes Bestandteil der Erkennung beinhaltet das Verfahren ein Modul zur Analyse des Verlaufs der Differenz der Modell-/Ist-Gierrate  $\Delta\dot{\Psi}$ . Das Modul detektiert Nulldurchgänge 60, 61 des zur Analyse heranzuziehenden Differenzwertes zwischen Modellgierrate und gemessener Gierrate und ermittelt die Zeit zwischen zwei Nulldurchgängen. Dadurch erhält man die Schwingungsfrequenz. Eine Halbwelle wird nur dann als gültig erkannt, wenn die ermittelte Frequenz innerhalb eines typischen Bands liegt (ca. 0,5-1,5 Hz). Weiterhin ist eine Halbwelle nur dann gültig, wenn die Amplitude zwischen zwei Nulldurchgängen eine bestimmte Schwelle überschritten hat. Die Anzahl der gültigen Halbwellen wird gezählt. Überschreitet die Anzahl der gültigen Halbwellen einen Schwellenwert, ist die Differenzwert-Bedingung zur Erkennung eines schlingernden Gespanns erfüllt.

Durch Beobachtung der Differenz zwischen Modellgierrate und gemessener Gierrate werden Lenkbewegungen des Fahrers direkt im Erkennungssignal berücksichtigt. Führt der Fahrer z.B. ein Wedelmanöver bei niedriger Fahrzeuggeschwindigkeit mit geringer Lenkwinkelgeschwindigkeit durch, so zeigt zwar die gemessene Gierrate einen Verlauf, der auf ein schlingerndes Gespann schließen lassen könnte, die Modellgierrate zeigt jedoch beim Wedeln den gleichen Verlauf, sodass das Differenzsignal nahe Null ist, und eine Fehlerkennung ausgeschlossen wird. Durch diese Ausgestaltung der Methode werden somit Fehlerkennungen durch Wedeln vermieden. Zusätzlich wird durch diese Methode eine Erkennung schlingernder Gespanne in der Kurve vereinfacht. Bei Kurvenfahrt erhält die Gierrate einen Offset, sodass die Schwingung nicht mehr um den Nullpunkt schwingt, sondern um diesen Offset. Dadurch ist eine Erkennung erschwert. Verwendet man jedoch die Differenz zwischen Modellgierrate und gemessener Gierrate (Gierwinkelgeschwindigkeit), so wird dieser Offset kompensiert. Das Erkennungssignal schwingt somit immer um Null.

Eine weitere besonders vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens sieht vor, dass die Regelabweichung zwischen Ist- und Modellgierrate zusätzlich durch einen Faktor gewichtet wird, der modellgieratengeschwindigkeitsabhängig berechnet wird. Je schneller die Modellgierratenänderung, desto kleiner wird der Faktor, der jedoch immer  $>0$  ist. Der Faktor wird mit dem Differenzwert bzw. Differenzwertsignal multipliziert, sodass bei schneller Änderung der Modellgierrate ein kleiner Differenzwert resultiert, die Erkennung also nur bei extremen Schwingungen erlaubt, sonst vermieden wird. Dadurch wird berücksichtigt, dass bei schnellen Lenkbewegungen das Fahrzeug dem Fahrzeugmodell nicht mehr folgen kann, so dass die Differenz zwischen Modellgierrate und gemessener Gierrate einen Signalverlauf zeigt, der zu Fehlerkennungen führen würde.

Eine weitere besonders vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens sieht vor, dass die Anzahl der geforderten Halbwellenanzahl von der Frequenz der Schwingung abhängig ist. Je mehr Halbwellen gefordert werden, desto sicherer wird die Erkennung gegen Fehlerkennungen. Bei kleinen Frequenzen dauert es durch die Forderung großer Halbwellenanzahlen jedoch u.U. zu lange, bis ein Eingriff erfolgen kann. Daher ist es vorteilhaft, bei kleinen Frequenzen schon bei geringen Halbwellenanzahlen einzugreifen, bei hohen Frequenzen jedoch mehr Halbwellen zu fordern.

Eine weitere besonders vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens sieht vor, dass die geforderten Schwingungsamplituden geschwindigkeitsabhängig sind. Bei hohen Geschwindigkeiten sind Schwingungen kritischer als bei niedrigen. Daher erfolgt bei hohen Geschwindigkeiten schon bei kleinen Differenzwertschwingungen eine Erkennung, bei niedrigen Geschwindigkeiten dagegen wird die Schwelle angehoben.



Eine weitere besonders vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens sieht vor, getrennte Ein- und Austrittsschwellen für die Differenzwertamplituden vorzusehen. Ein Eingriff erfolgt erst dann, wenn die Gierrate die hohe Schwelle überschreitet. Im folgenden wird der Eingriff erst dann beendet, wenn eine niedrigere Austrittsschwelle unterschritten wird. Dies gewährleistet, dass es einen definierten Eingriff gibt und es nicht dazu kommt, dass der Regler ständig aktiviert und wieder deaktiviert wird.

Als zweiter Bestandteil der Erkennung beinhaltet das Verfahren ein Modul zur Analyse des Quereschleunigungsverlaufs. Maxima und Minima des Signals werden ermittelt. Aus den zeitlichen Abständen zwischen Maxima und Minima kann die Frequenz ermittelt werden. Die Frequenz muss etwa der Frequenz des Differenzwertsignals entsprechen. Die Position der Maxima und Minima des Quereschleunigungssignals wird mit der Position der Maxima und Minima des Differenzwertsignals verglichen. Daraus lässt sich die Phasenverschiebung zwischen Differenzwert und Quereschleunigung berechnen. Die Phasenlage ist während Fahrten über welliger Fahrbahn anders als bei Fahrten mit schlingernden Gespannen. Bei schlingernden Gespannen ist die Phasenverschiebung klein. Dieses Kriterium wird geprüft und bei einer zu großen Phasenverschiebung die Erkennung eines schlingernden Gespanns verboten.

Eine weitere besonders vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens sieht vor, durch mehrere zusätzliche Plausibilitätsüberprüfungen der Quersignale Fehlanregelungen zu verhindern. Folgende Signalverläufe sind bei schlingernden Gespannen untypisch und führen daher zur Verhinderung bzw. zum Abbruch von Eingriffen:

- Frequenz der Quersignale verändert sich deutlich (wird signifikant kleiner oder größer).
- Frequenz der Quersignale liegt außerhalb des typischen Frequenzbandes.

- Die Amplitude der Quersignale nimmt stark ab.
- Differenz der Maxima und Minima der Quersignalverläufe ist klein.

Absolutwert des Mittelwerts der Querbesehleunigung liegt zu hoch (extreme Kurvenfahrt; bei solchen Manövern sind schlingende Gespanne unplausibel).

Figur 4 zeigt vereinfacht die logischen Abläufe bei der Regelung:

Ausgehend von der im ESP-Fahrzeugmodell (siehe beispielsweise die Fahrstabilitätsregelung gemäß Fig.1 und 2 sowie deren Beschreibung in DE 195 15 056, die Bestandteil dieser Anmeldung sein soll) ermittelten Gierratendifferenz  $41(\Delta\psi)$  aus Modell- und gemessener Gierrate, wird in Schritt 40 der Differenzwert 41 gefiltert. Das heißt, dass der Differenzwert 41 einen Tiefpass durchläuft, so daß keine extremen Spitzen auftreten. Schritt 42 umfasst die Suche nach Halbelllen im Eingangssignal, die anhand zweier Nulldurchgänge, einem Maximum, einer Mindestamplitude und einer definierten Anfangssteigung analysiert werden. In der Raute 43 wird abgefragt, ob die Halbwelle erkannt wurde. Ist dies nicht der Fall, wird auf Schritt 42 zurückgeschaltet und die Suche nach Halbelllen fortgesetzt. Wurde die Halbwelle anhand der vorstehenden Kriterien erkannt, wird diese in Raute 44 auf ihre Gültigkeit hin überprüft. Dazu werden folgende Kriterien abgefragt:

- das Maximum der Halbwelle muß einen bestimmten Wert überschreiten
- der Abstand der Nulldurchgänge (Halbelllenlänge) muß im signifikanten Frequenzbereich liegen
- das Hystereseband muß nach einer bestimmten Zeit verlassen werden
- ab der zweiten gefundene Welle:

- die Halbwellenlänge muß mit der vorhergehende übereinstimmen
- die Querschleunigung darf im Mittel nicht größer als ein bestimmter Wert sein
- die Querschleunigung muß im Zeitpunkt des Maximums der Halbwelle das gleiche Vorzeichen haben
- die Querschleunigung muß eine Halbwelle etwa gleicher Dauer aufweisen
- die Modellgierrate muß im Zeitpunkt des Maximums der Halbwelle das gleiche Vorzeichen haben
- die Modellgierrate muß um einen gewissen Betrag kleiner sein als die Fahrzeuggierrate

Sind diese Kriterien alle erfüllt ist die Halbwelle gültig und der Halbwellenzähler in Schritt 45 wird inkrementiert. Bei einer deutlichen Amplitudenabnahme (aktuelle Amplitude nur noch X% der vorhergehenden Amplitude) wird der Zähler nicht inkrementiert sondern behält seinen Wert bei, was zu einem späteren Eintritt in die Regelung führen kann. Sind die Kriterien nicht alle erfüllt, wird in Schritt 48 der Halbwellenzähler auf Null zurückgesetzt. In Raute 46 wird festgestellt ob N Halbwellen erkannt sind. Dies löst Schritt 47 eine Verzögerungsregelung des Fahrzeugs aus.

Die Kriterien ermöglichen eine Regelung in Kurvenfahrt und sogar bei Lenkbewegungen des Fahrers.

**Patentansprüche:**

1. Verfahren zum Stabilisieren eines Gespanns, mit einem Zugfahrzeug und einem durch das Zugfahrzeug bewegten Anhänger, bei dem das Zugfahrzeug im Hinblick auf Schlingerbewegungen überwacht wird und beim Erkennen von tatsächlichem oder erwarteten instabilem Fahrverhalten des Zugfahrzeugs oder Gespanns fahrstabilisierende Maßnahmen ergriffen werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gierwinkelgeschwindigkeit erfasst und die fahrstabilisierenden Maßnahmen in Abhängigkeit von einem Differenzwert gesteuert werden, der aus der erfassten Gierwinkelgeschwindigkeit und einer modellbasierten Gierwinkelgeschwindigkeit gebildet und nach Kriterien ausgewertet wird, die auf ein instabiles Fahrverhalten hinweisen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Frequenz und die Amplitude jeder Halbwelle des Differenzwertes ermittelt, mit gespeicherten Werten verglichen und in Abhängigkeit von dem Vergleichsergebnis die Schlingerbewegung des Gespanns bewertet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Frequenz aus den Nulldurchgängen und der Zeit zwischen zwei Nulldurchgängen des Differenzwertes ermittelt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anzahl der Halbwellen des Differenzwertes gezählt werden, bei denen die Amplitude jeder Halbwelle einen Schwellenwert erreicht oder überschreitet und bei denen jede positive und negative Halbwelle der ermittelten Frequenz innerhalb eines durch einen oberen und unteren Schwellenwert definierten Bandes liegt und wobei beim Erreichen oder Über-

schreiten eines eine Anzahl von Halbwellen wiedergebenden Schwellenwerts fahrstabilisierenden Maßnahmen eingeleitet werden.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der eine Anzahl von Halbwellen wiedergebende Schwellenwert in Abhängigkeit von der Frequenz bestimmt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei kleinen Frequenzen der Schwellenwert bei einer geringeren Anzahl von Halbwellen als bei einer hohen Frequenz erreicht oder überschritten wird.
7. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der die Amplitude wiedergebende Schwellenwert jeder Halbwelle mindestens in Abhängigkeit von Größen bestimmt wird, die die Geschwindigkeit des Zugfahrzeugs oder Gespanns oder Anhängers repräsentieren.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei Größen, die eine hohe Geschwindigkeit beschreiben, der Schwellenwert bei geringeren Amplituden als bei Größen, die eine geringe Geschwindigkeit beschreiben, erreicht oder überschritten wird.
9. Verfahren nach Anspruch 4, 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass nur eine aufeinanderfolgende Anzahl von Halbwellen des Differenzwertes gezählt werden, bei denen die Amplitude jeder Halbwelle einen Eintrittsschwellenwert erreicht oder überschreitet und dass beim Erreichen oder Unterschreiten nur eines Austrittsschwellenwerts, der unterhalb des Eintrittsschwellenwerts liegt, die fahrstabilisierenden Maßnahmen beendet werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Daten aus dem Verlauf des Differenzwerts gebildet werden.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Differenzwert mit einem Wert gewichtet wird, der in Abhängigkeit von der Lenkwinkelgeschwindigkeit oder Lenkwinkelbeschleunigung oder der modellbasierten Gierwinkelgeschwindigkeit gebildet wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Querbeschleunigung erfasst und der Verlauf der Querbeschleunigung nach Kriterien ausgewertet wird, die eine Plausibilitätsüberprüfung der Daten ermöglicht, die aus dem Verlauf des Differenzwerts gewonnen und nach Kriterien ausgewertet werden, die auf ein instabiles Fahrverhalten hinweisen.
13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Maxima-- und Minimalwerte der Querbeschleunigung und deren zeitlichen Abstände ermittelt, die Frequenz bestimmt und mit der Frequenz des Differenzwerts verglichen wird.
14. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verfahren beendet bzw. die fahrstabilisierenden Maßnahmen abgebrochen werden, wenn mindestens eine der folgenden Bedingungen erfüllt sind:  
Die Frequenz aus einem Quersignal, insbesondere der Querbeschleunigung und/oder dem Differenzwert, erreicht oder über- bzw. unterschreitet einen oberen oder unteren Schwellenwert;  
Die Frequenz aus dem Quersignal verändert sich relativ zur Frequenz aus dem Differenzwert hin zu einem oberen oder unteren Grenzwert.

Der Absolutwert des Mittelwerts dem Quersignal überschreitet einen Schwellenwert.

Die Amplitude dem Quersignal verringert sich mit großem Gradienten.

Die Differenz zwischen den Maximal- und Minimalwerten des Quersignals liegt in einem schmalen Band.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Phasenverschiebung zwischen der Querbeschleunigung und dem Differenzwert ermittelt und nach Kriterien bewertet wird, die eine Bestimmung von Fahrsituationen ermöglichen.

16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass beim Überschreiten eines Schwellenwerts, der eine große Phasenverschiebung wiedergibt, ein Abbruch der fahrstabilisierenden Maßnahmen bzw. eine Beendigung des Verfahrens eingeleitet wird.

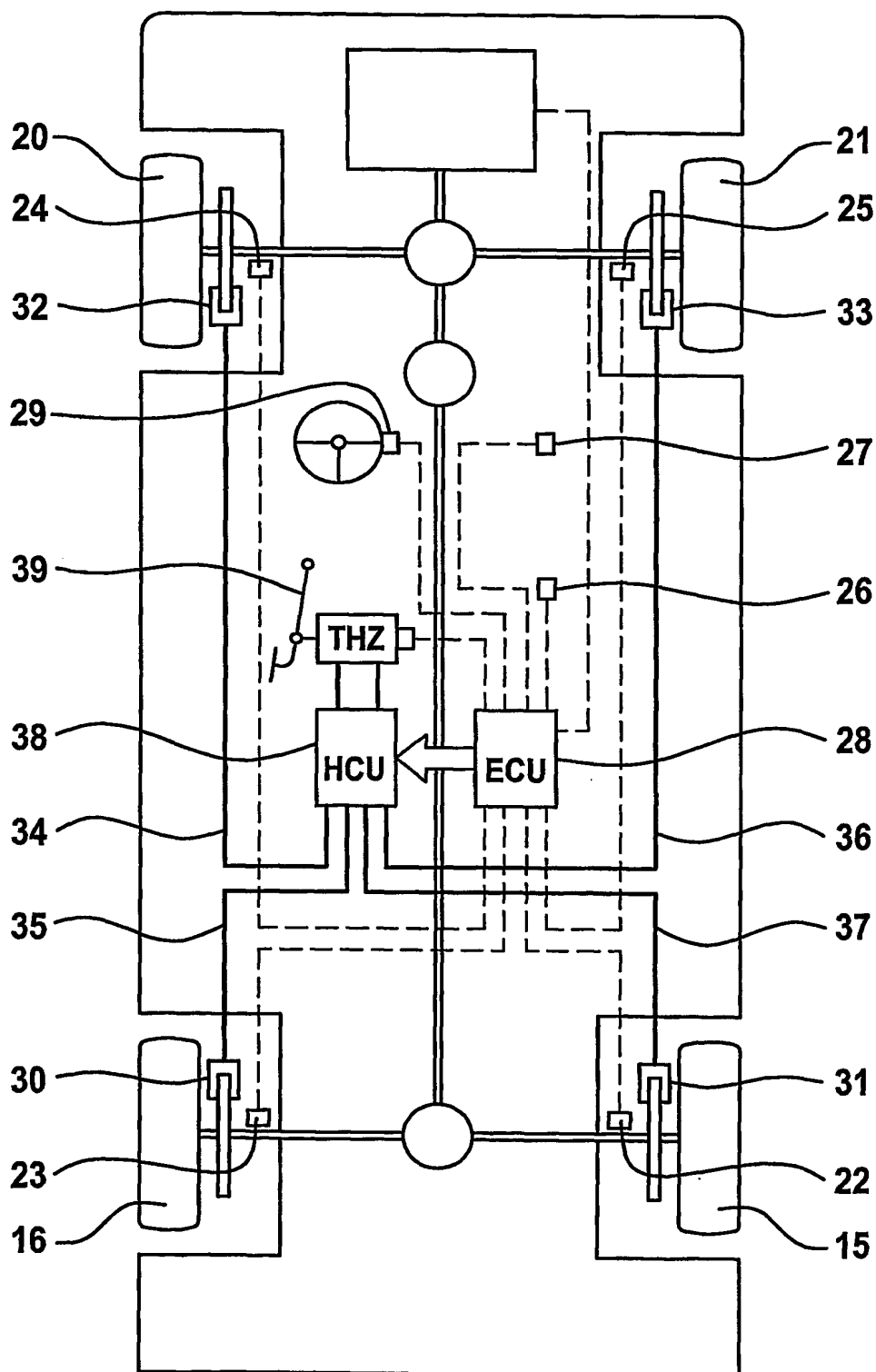
17. Einrichtung zum Stabilisieren eines Gespanns, mit einem Zugfahrzeug und einem durch das Zugfahrzeug bewegten Anhänger, bei dem das Zugfahrzeug im Hinblick auf Schlingerbewegungen überwacht wird und beim Erkennen von tatsächlichem oder erwarteten instabilem Fahrverhalten des Zugfahrzeugs oder Gespanns fahrstabilisierende Maßnahmen ergriffen werden, **gekennzeichnet durch** eine ESP Fahrstabilitätsregelung mit einem Gierraten-sensor zum Erfassen der Gierwinkelgeschwindigkeit und einem Fahrzeugmodell zum Bilden einer Referenzgierwinkelgeschwindigkeit, mit einer Ermittlungseinheit, die aus der Gierwinkelgeschwindigkeit und der Referenzgierwinkelgeschwindigkeit einen Differenzwert ermittelt, mit einer Steuereinheit, die fahrstabilisierende Maßnahmen in Abhängigkeit von Daten steuert, die aus dem Verlauf des Differenzwerts gewonnen und nach Kriterien

ausgewertet werden, die auf ein instabiles Fahrverhalten hinweisen.



1/5

Fig. 1



2/5

## Analyse von Tsp\_filtered\_DPsip

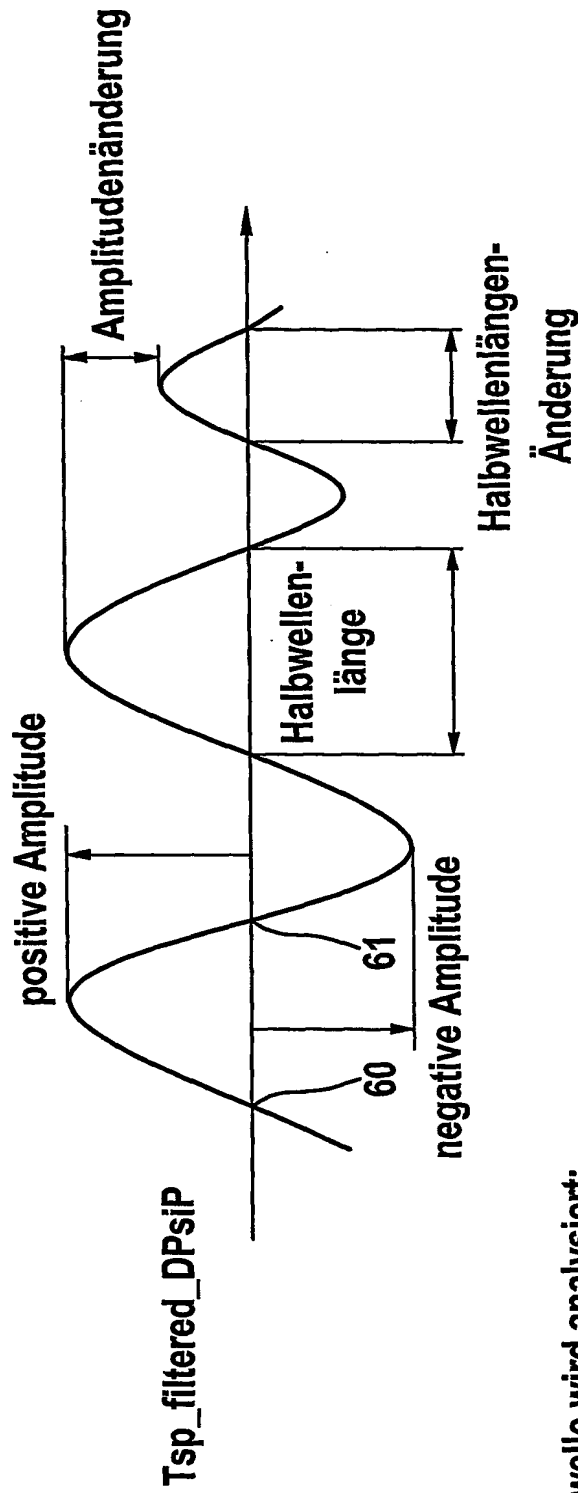


Fig. 2

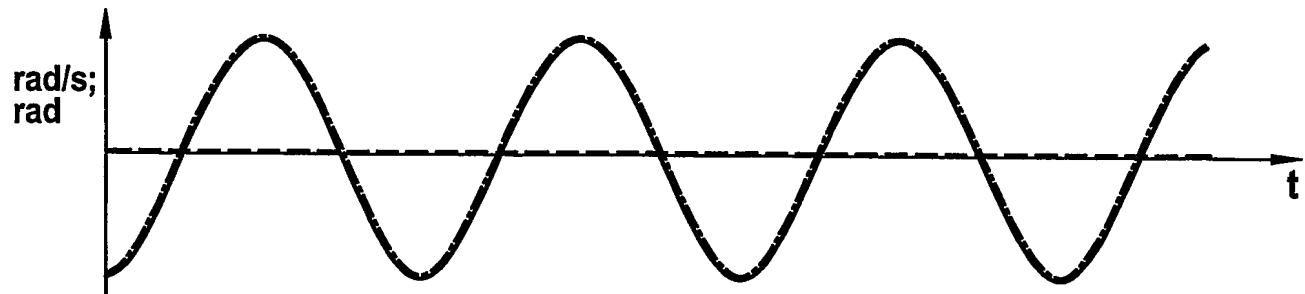
Jede Halbwellenlänge wird analysiert:

- Amplitude überschreitet zulässige Schwelle?
- Amplitude nimmt nicht zu stark ab?
- Halbwellenlänge im erlaubten Bereich? ( $\Rightarrow$  Frequenz  $\sim 0,5$  to  $1,5$  Hz)
- Halbwellenänderung nicht zu stark?

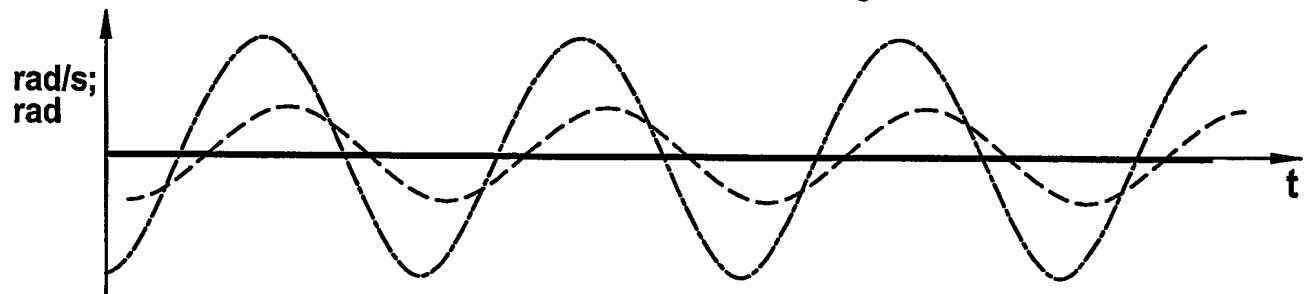
3/5

**Fig. 3**

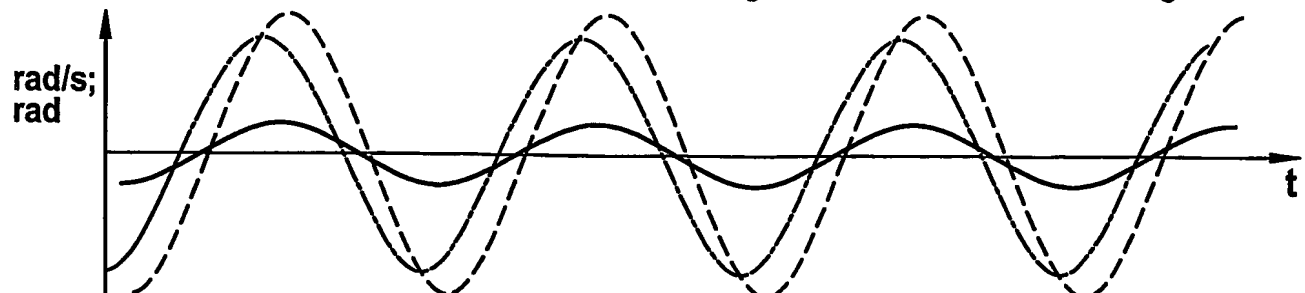
**a)** Anhängerschlingern; Schwingung ohne korrespondierenden Lenkwinkelverlauf



**b)** Wedelmanöver; Schwingung wird alleine durch Lenkwinkelverlauf erzeugt; Differenz ist Null, da Fahrzeug dem Modell folgen kann



**c)** Wedelmanöver (dynamisch); Schwingung wird alleine durch Lenkwinkelverlauf erzeugt; Differenz ist ungleich Null, da Fahrzeug dem Modell nicht mehr folgen kann



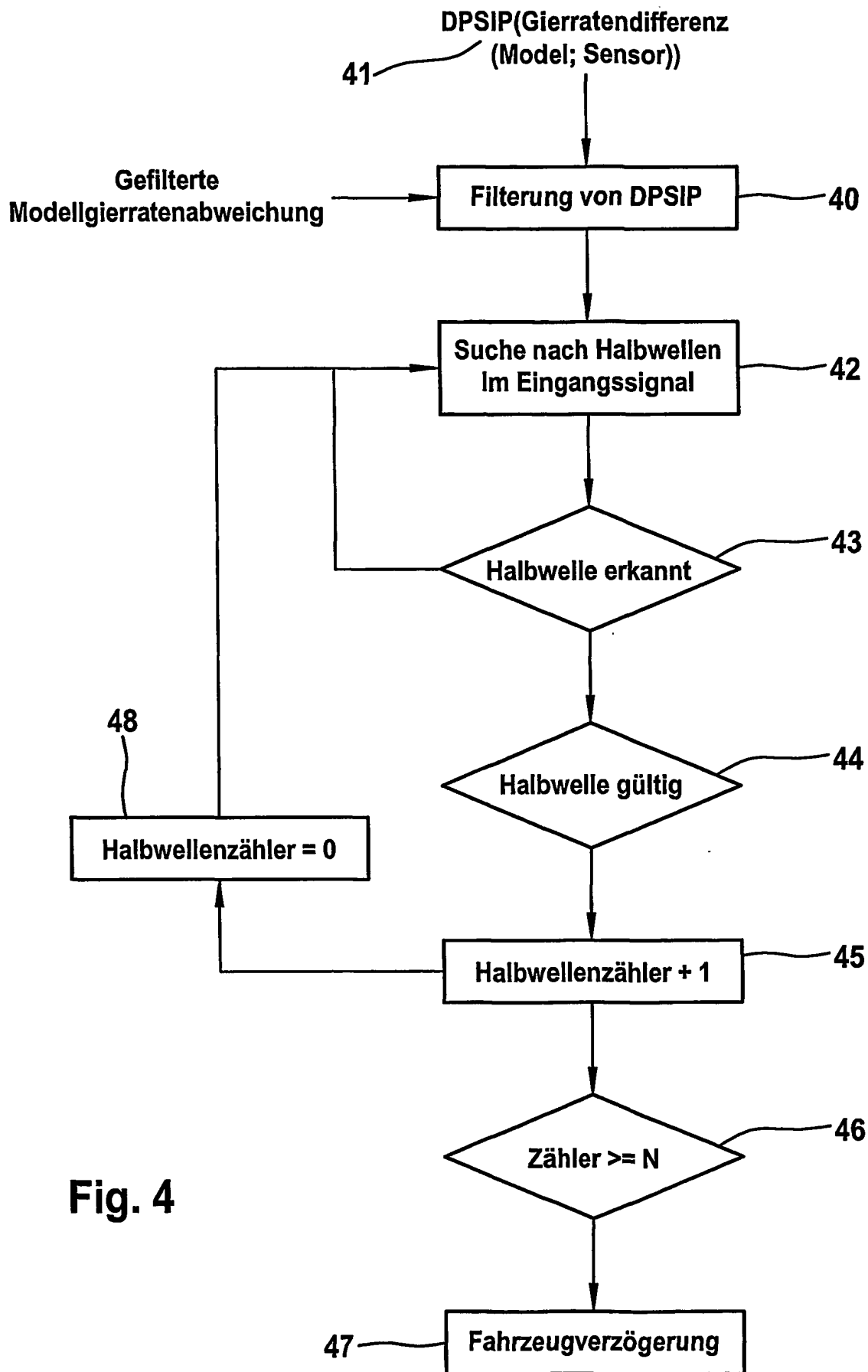
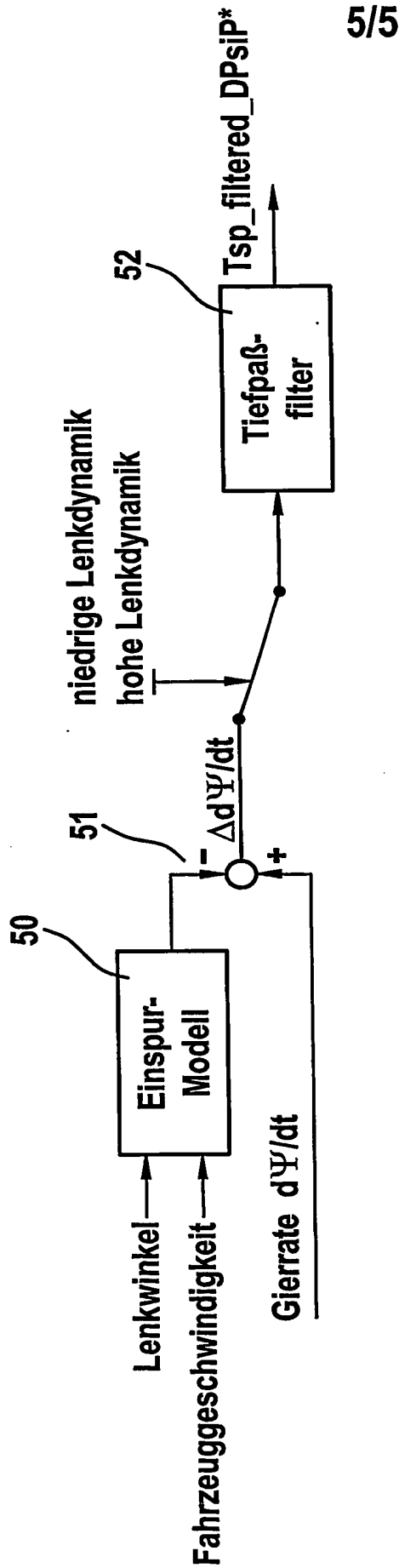


Fig. 4

## Berechnung von Tsp\_filtered\_DPsiP



- Aus gemessener Gierrate und Modellgierrate wird Regelabweichung berechnet.
- Bei hoher Lenkdynamik wird Fehlerkennung verhindert.
- Unrelevante Frequenzanteil ( $\sim 1,5\text{Hz}$ ) werden herausgefiltert.

Tsp\_filtered\_DPsiP ist das Haupterkennungssignal.

\* DPsiP:  $\Delta d\Psi/dt$

Fig. 5

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/50802

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 B60T8/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B60T B60Q

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 100 31 266 A (BOSCH GMBH ROBERT) 4 January 2001 (2001-01-04) column 9, line 44 -column 11, line 19	1-4, 10, 17
A	-----	5, 7, 9
X	EP 0 989 049 A (VOLKSWAGENWERK AG) 29 March 2000 (2000-03-29) abstract	1, 17
X	DE 199 64 048 A (BOSCH GMBH ROBERT) 4 January 2001 (2001-01-04) cited in the application column 1, line 23 -column 3, line 20 column 6, line 3 -column 7, line 6 figure 9	1, 10, 17
	----- -/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 February 2004

Date of mailing of the international search report

03/03/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Colonna, M

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/50802

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>EP 0 765 787 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 2 April 1997 (1997-04-02)  cited in the application  Das ganze Dokument</p>	<p>1-4,  11-13, 17</p>

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/50802

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10031266	A	04-01-2001	DE 10031266 A1	04-01-2001
			AU 757654 B2	27-02-2003
			AU 6260900 A	22-01-2001
			BR 0006835 A	07-08-2001
			BR 0006849 A	03-07-2001
			CN 1315912 T	03-10-2001
			WO 0102227 A1	11-01-2001
			WO 0102228 A1	11-01-2001
			DE 19964048 A1	04-01-2001
			EP 1107893 A1	20-06-2001
			EP 1107894 A1	20-06-2001
			JP 2003503276 T	28-01-2003
			JP 2003503277 T	28-01-2003
			US 6523911 B1	25-02-2003
			US 6600974 B1	29-07-2003
EP 0989049	A	29-03-2000	DE 19843826 A1	30-03-2000
			EP 0989049 A2	29-03-2000
DE 19964048	A	04-01-2001	DE 19964048 A1	04-01-2001
			AU 757654 B2	27-02-2003
			AU 6260900 A	22-01-2001
			BR 0006849 A	03-07-2001
			WO 0102227 A1	11-01-2001
			EP 1107893 A1	20-06-2001
			JP 2003503276 T	28-01-2003
			US 6523911 B1	25-02-2003
			BR 0006835 A	07-08-2001
			CN 1315912 T	03-10-2001
			WO 0102228 A1	11-01-2001
			DE 10031266 A1	04-01-2001
			EP 1107894 A1	20-06-2001
			JP 2003503277 T	28-01-2003
			US 6600974 B1	29-07-2003
EP 0765787	A	02-04-1997	DE 19536620 A1	03-04-1997
			DE 59609914 D1	09-01-2003
			EP 0765787 A2	02-04-1997
			ES 2188697 T3	01-07-2003



# INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/50802

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 B60T8/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B60T B60Q

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 100 31 266 A (BOSCH GMBH ROBERT) 4. Januar 2001 (2001-01-04)	1-4,10, 17
A	Spalte 9, Zeile 44 -Spalte 11, Zeile 19	5,7,9
X	EP 0 989 049 A (VOLKSWAGENWERK AG) 29. März 2000 (2000-03-29) Zusammenfassung	1,17
X	DE 199 64 048 A (BOSCH GMBH ROBERT) 4. Januar 2001 (2001-01-04) in der Anmeldung erwähnt Spalte 1, Zeile 23 -Spalte 3, Zeile 20 Spalte 6, Zeile 3 -Spalte 7, Zeile 6 Abbildung 9	1,10,17



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. Februar 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

03/03/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3018

Bevollmächtigter Bediensteter

Colonna, M

# INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/50802

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>EP 0 765 787 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 2. April 1997 (1997-04-02) in der Anmeldung erwähnt Das ganze Dokument</p>	<p>1-4, 11-13, 17</p>

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/50802

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10031266	A	04-01-2001	DE 10031266 A1	04-01-2001
			AU 757654 B2	27-02-2003
			AU 6260900 A	22-01-2001
			BR 0006835 A	07-08-2001
			BR 0006849 A	03-07-2001
			CN 1315912 T	03-10-2001
			WO 0102227 A1	11-01-2001
			WO 0102228 A1	11-01-2001
			DE 19964048 A1	04-01-2001
			EP 1107893 A1	20-06-2001
			EP 1107894 A1	20-06-2001
			JP 2003503276 T	28-01-2003
			JP 2003503277 T	28-01-2003
			US 6523911 B1	25-02-2003
			US 6600974 B1	29-07-2003
EP 0989049	A	29-03-2000	DE 19843826 A1	30-03-2000
			EP 0989049 A2	29-03-2000
DE 19964048	A	04-01-2001	DE 19964048 A1	04-01-2001
			AU 757654 B2	27-02-2003
			AU 6260900 A	22-01-2001
			BR 0006849 A	03-07-2001
			WO 0102227 A1	11-01-2001
			EP 1107893 A1	20-06-2001
			JP 2003503276 T	28-01-2003
			US 6523911 B1	25-02-2003
			BR 0006835 A	07-08-2001
			CN 1315912 T	03-10-2001
			WO 0102228 A1	11-01-2001
			DE 10031266 A1	04-01-2001
			EP 1107894 A1	20-06-2001
			JP 2003503277 T	28-01-2003
			US 6600974 B1	29-07-2003
EP 0765787	A	02-04-1997	DE 19536620 A1	03-04-1997
			DE 59609914 D1	09-01-2003
			EP 0765787 A2	02-04-1997
			ES 2188697 T3	01-07-2003

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**